

526,211

Rec'd PCT/PTO 03 MAR 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. März 2004 (25.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/025238 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01L 23/22,
1/18

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/001895

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Juni 2003 (07.06.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 40 671.5 4. September 2002 (04.09.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): CHRISTIAN BAUER GMBH + CO. [DE/DE];
Schorndorfer Strasse 49, 73642 Welzheim (DE).

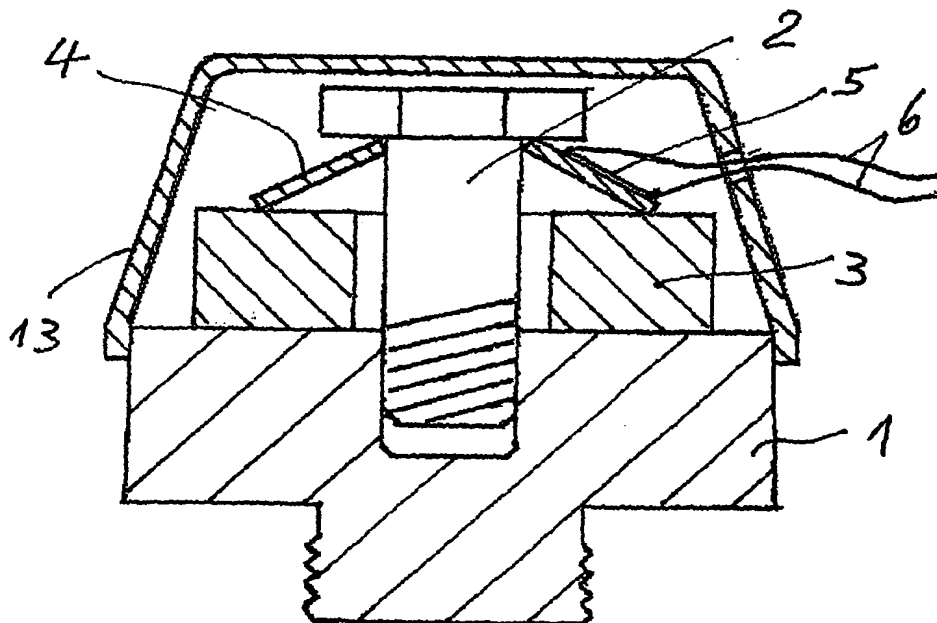
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRÜCKNER, Lothar
[DE/DE]; Markgröninger Weg 2, 71229 Leonberg (DE).
KÄSTNER, August [DE/DE]; Forststrasse 30, 73642
Welzheim (DE).(74) Anwalt: PFUSCH, Volker; Patentanwalts-Partnerschaft
Rotermund + Pfusch + Bernhard, Waiblinger Strasse 11,
70372 Stuttgart (DE).(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DETONATION SENSOR

(54) Bezeichnung: KLOPFSENSOR EINES VERBRENNUNGSMOTORS



(57) Abstract: The invention relates to a detonation sensor pertaining to an internal combustion engine and comprising a vibration sensor that can be electronically evaluated. The aim of the invention is to provide one such detonation sensor that is designed in such a way that it has a simple structure and can be rationally mounted. To this end, the vibration sensor is embodied as a piezoresistive amorphous carbon layer.

(57) Zusammenfassung: Ein Klopfsensor eines Verbrennungsmotors mit einem elektronisch auswertbaren Schwingungssensor soll einfach aufgebaut und rationell einbaubar gestaltet sein. Zu diesem Zweck ist dieser Schwingungssensor als eine piezoresistive amorphe Kohlenstoffschicht (5) ausgebildet.

WO 2004/025238 A1



RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Klopfsensor eines Verbrennungsmotors

Die Erfindung betrifft einen Klopfsensor eines Verbrennungsmotors mit einem elektronisch auswertbaren Schwingungssensor. Bei bisher bekannten Klopfsensoren ist der Schwingungssensor unter anderem als ein keramisches Piezoelement ausgebildet.

Derartige Klopfsensoren sind beispielsweise bekannt aus EP 0 47 22 19 B1, EP 0 844 470 B1 und DE 195 39 919 C2.

Die Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, einen gattungsgemäßen, elektronisch auswertbaren Schwingungssensor einfacher aufgebaut und rationeller als bisher innerhalb eines Klopfsensors applizierbar auszugestalten. Ferner soll eine vereinfachte Übertragung der Messsignale erreicht werden.

Zu diesem Zweck ist der gattungsgemäße Schwingungssensor in erster Linie als eine piezoresistive amorphe fest auf einem Oberflächenbereich eines Grundkörpers aufgetragene Kohlenstoffschicht ausgebildet, die insbesondere eine DLC-Schicht (Diamond Like Carbon-Schicht) sein kann. Derartige Schicht-

ten, deren Art der Aufbringung durch beispielsweise ein PVD (Physical-Vapor-Deposition)- oder CVD (Chemical-Vapor-Deposition)-Verfahren erfolgen kann, und aus diesen Schichten hergestellte Sensoren zur Zustandsbestimmung von Kenngrößen an mechanischen Komponenten sind in DE 199 54 164 A1 beschrieben. Ferner sind zur Kontrolle kraftschlüssiger Verbindungen aus DE 19 831 372 A1 mit Messschichten versehene Unterlegscheiben bekannt.

Zweckmäßige Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Klopfensors sind Gegenstand der Unteransprüche. Danach kann als Grundkörper, auf den die Messschicht aufzubringen ist, insbesondere eine in einem Klopfsensor als Spannungsmittel vorhandene Tellerfeder dienen.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einem gattungsgemäßen Klopfsensor durch das Applizieren einer dünnen Messschicht direkt auf die Oberfläche eines nicht ausschließlich Schwingungssensorfunktion ausübenden Bauteiles gegenüber dem bisherigen Stand der Technik ein zusätzliches, üblicherweise den Schwingungssensor darstellendes Bauteil einzusparen. Besonders vorteilhaft ist ein Applizieren der Messschicht auf eine in einem Klopfsensor als Spannungselement enthaltene Tellerfeder. Dabei kann die Tellerfeder insbesondere derart ausgebildet sein, dass die übliche seismische Masse des Klopfensors, die innerhalb des Klopfensors über eine Tellerfeder gespannt ist, integraler Bestandteil der Tellerfeder sein.

Bei erfindungsgemäß eingesetzten piezoresistiven amorphen Kohlenstoffschichten erzeugen die Schwingungen des Verbrennungsmotors, wenn diese beispielsweise auf die Tellerfeder einwirken, Spannungsänderungen in der Schicht, die elektronisch in an sich üblicher Weise ausgewertet werden können. Bei dem Einsatz einer Tellerfeder mit einer piezoresistiven amorphen Kohlenstoffschicht wird die Verformung der Tellerfeder zur Erzeugung elektrisch erfassbarer Spannungsänderungen in der Schicht verwendet.

Ohne den Einsatz einer Tellerfeder werden Druckbelastungsänderungen in einer piezoresistiven amorphen Kohlenstoffschicht ausgewertet, wenn diese Schicht zwischen einer seismischen Masse und einem mit dem Verbrennungsmotor fest in Verbindung stehenden Widerlager für die seismische Masse angeordnet ist.

Die hohe Messempfindlichkeit der erfindungsgemäßen Messschicht eignet sich besonders gut für eine telemetrische Signalauswertung. Bezüglich des Prinzips hier anwendbarer telemetrischer Signalauswerteverfahren wird im Stand der Technik beispielsweise verwiesen auf DE 40 34 019 C1, EP 0 533 709 B1 und DE 37 14 195 A1.

Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt.

In dieser zeigen jeweils in einem Längsschnitt

- Fig. 1 einen Klopfsensor mit einer Tellerfeder in einer ersten Ausführung zwischen einer seismischen Masse und einem an einem Verbrennungsmotor fest montierbaren Widerlager,
- Fig. 2 einen Klopfsensor nach Fig. 1 mit einer Unterlegscheibe oder Tellerfeder im planen Zustand nach Fig. 1,
- Fig. 3 einen Klopfsensor mit einer DLC-Schicht zwischen einer seismischen Masse und einem an einem Verbrennungsmotor fest montierbaren Widerlager,
- Fig. 4 einen Klopfsensor mit einer seismischen Masse, die mit einer Schraube verspannt ist und bei der sich DLC-Schichten an der Unterseite des Schraubenkopfes und dem Befestigungskörper befinden,
- Fig. 5 einen Klopfsensor nach Fig. 1 mit einer über eine Spezialschraube definiert vorgespannten Tellerfeder,
- Fig. 6 einen Klopfsensor mit einer Tellerfeder und einer diese spannenden, direkt mit dem Verbrennungsmotor verschraubbaren Spezialschraube,
- Fig. 7 einen Klopfsensor mit einer zwischen zwei Tellerfedern eingespannten seismischen Masse.

Ein Klopfsensor nach Fig. 1 umfasst einen Befestigungskörper 1 zum festen Anschrauben an das Gehäuse eines Verbrennungsmotors und eine in dem Befestigungskörper 1 verankerte Schraube 2, mit deren Kopf eine seismische Masse 3 unter Zwischenschaltung einer Tellerfeder 4 gegenüber dem Befestigungskörper 1 verspannt ist.

Die zum Kopf der Schraube 2 weisende Stirnseite der Tellerfeder 4 ist bereichsweise mit einer DLC-Schicht als piezoresistiver amorpher Kohlenstoffschicht versehen, von der aus elektrische Leitungen 6 zu einer in der Zeichnung nicht dargestellten elektronischen Auswerteeinheit führen. Die Dicke der Schicht liegt bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 bis 10 μm .

Im Falle des Klopfens eines Verbrennungsmotors wird die von der Tellerfeder 4 kraftbeaufschlagte, als ringförmiges Bauteil ausgeführte seismische Masse 3 angeregt und übt eine entsprechende Belastung auf die Tellerfeder 4 aus. Die auf der Tellerfeder 4 angebrachte DLC-Schicht 5 erfährt hierdurch eine entsprechende Spannungsänderung, die über die elektrischen Leitungen 6 einer Auswerteelektronik zugeführt und dort ausgewertet wird. Zusammen mit der DLC-Schicht 5 kann für die Übertragung der aus der Schicht 5 stammenden Messsignale ein Transponder auf dem betreffenden Bauteil für eine telemetrische Übertragung vorgesehen sein. Bei Anwendung dieser an sich bekannten Technik können die üblichen

Übertragungskabel sowie deren Anschlussmittel eingespart werden. Dies ist ein erheblicher Kostenvorteil.

Bei der Ausführung nach Fig. 2 ist die Tellerfeder durch eine Unterlegscheibe 7 ersetzt, die gegebenenfalls auch eine flachgespannte Tellerfeder 4 sein kann.

Grundsätzlich kann eine erfindungsgemäße DLC-Schicht 5 jeweils auf beiden Seiten der Tellerfeder 4 bzw. der Unterlegscheibe 7 aufgebracht sein.

Bei der Unterlegscheibe 7 werden die elektronisch auswertbaren Spannungen in der DLC-Schicht 8 über im wesentlichen tangentialen Zug- und/oder Druckspannungen innerhalb der Unterlegscheibe 7 erzeugt.

Bei der Ausführung nach Fig. 3 ist keine Tellerfeder oder Unterlegscheibe 7 vorgesehen, sondern es ist die DLC-Schicht 8 direkt zwischen der seismischen Masse 3 und dem Befestigungskörper 1 vorgesehen. Die Schwingungserfassung erfolgt dort durch Druckspannungsveränderungen innerhalb der DLC-Schicht 8.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 sind an der seismischen Masse 3 an beiden gegenüberliegenden Einspannbereichen DLC-Schichten 9, 10 vorgesehen, die einerseits fest mit dem Befestigungskörper 1 und andererseits fest mit dem Kopf der Schraube 2 verbunden sein können.

Fig. 5 zeigt einen Klopfsensor, bei dem als Schraube zum Verspannen der Tellerfeder 4 eine Spezialschraube 11 eingesetzt ist, mit der eine definierte Verspannung der Tellerfeder 4 auf einfache Weise durch das Vorsehen eines in die Schraube 11 integrierten Anschlagbundes 12 erzielbar ist.

Bei Verwendung der Spezialschraube 11 kann entsprechend der Ausführung nach Fig. 6 auf einen einschraubbaren Befestigungskörper verzichtet werden.

Bei der Ausführung nach Fig. 7 ist eine seismische Masse 3' zwischen zwei Tellerfedern 4, 4' eingespannt. Hierdurch kann insbesondere eine kleinere seismische Masse eingesetzt werden, soweit eine solche überhaupt noch erforderlich ist.

Sämtliche gezeichneten Klopfsensoren besitzen ein Abdeckgehäuse 13.

* * * * *

Ansprüche

1. Klopfsensor eines Verbrennungsmotors mit einem elektronisch auswertbaren Schwingungssensor,
dadurch gekennzeichnet,
dass dieser Schwingungssensor als eine piezoresistive amorphe, fest auf einem Oberflächenbereich eines Grundkörpers (1, 4, 4', 10) aufgebrachte Kohlenstoffschicht (5; 8; 9; 10) ausgebildet ist.
2. Klopfsensor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kohlenstoffschicht (10) nm bis 500 µm, vorzugsweise 10 nm bis 20 µm misst.
3. Klopfsensor nach Anspruch 1 oder 2,
gekennzeichnet durch die Merkmale,
 - der Klopfsensor umfasst mindestens eine gegenüber dem Verbrennungsmotor gespannte beziehungsweise verspannbare Tellerfeder (4, 4'),
 - auf mindestens einer der Stirnseiten der mindestens einen Tellerfeder (4, 4') ist eine piezoresistive amorphe Kohlenstoffschicht (5) aufgebracht.

4. Klopfsensor mit einer seismischen Masse (3, 3') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die vorhandene mindestens eine piezoresistive amorphe Kohlenstoffschicht (8; 9; 10) zwischen der seismischen Masse (3, 3') und einem fest mit dem Verbrennungsmotor verbundenen bzw. verbindbaren Widerlager (1) beziehungsweise (2) vorgesehen ist.

5. Klopfsensor nach Anspruch 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens zwei Tellerfedern (4, 4') in Reihe mit oder ohne zwischengeschalteter seismischer Masse (3') vorgesehen sind.

6. Klopfsensor nach Anspruch 4 oder 5,

dadurch gekennzeichnet,

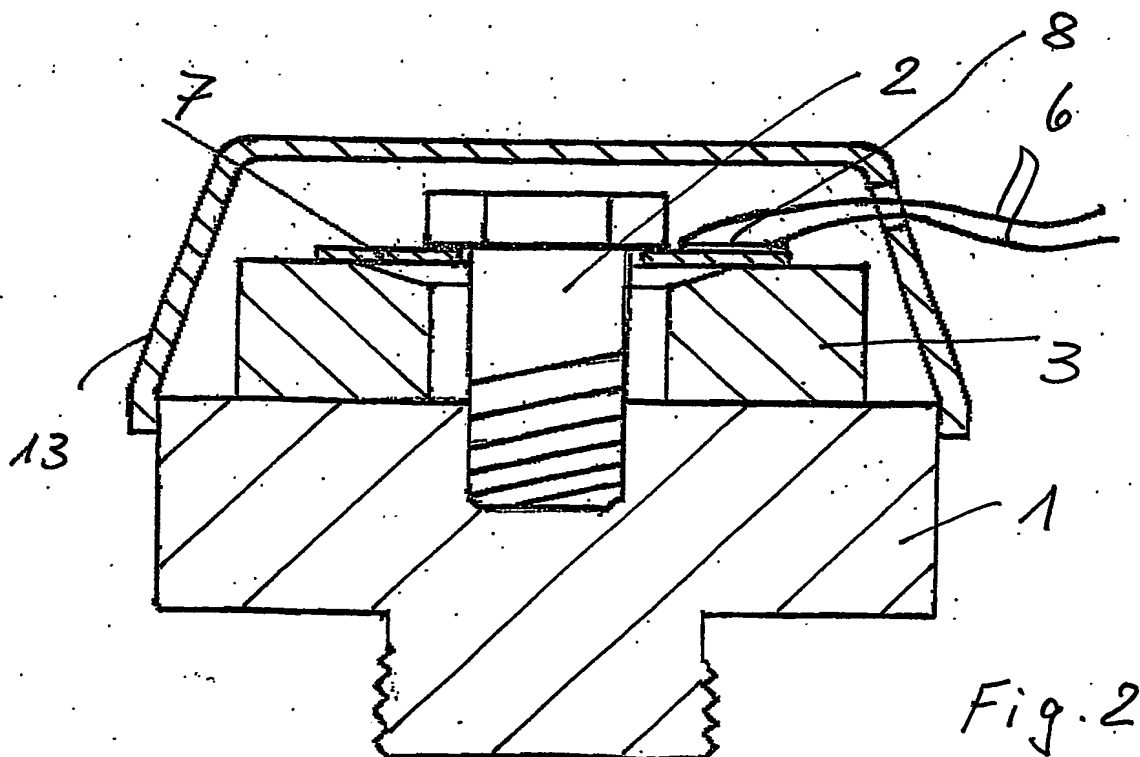
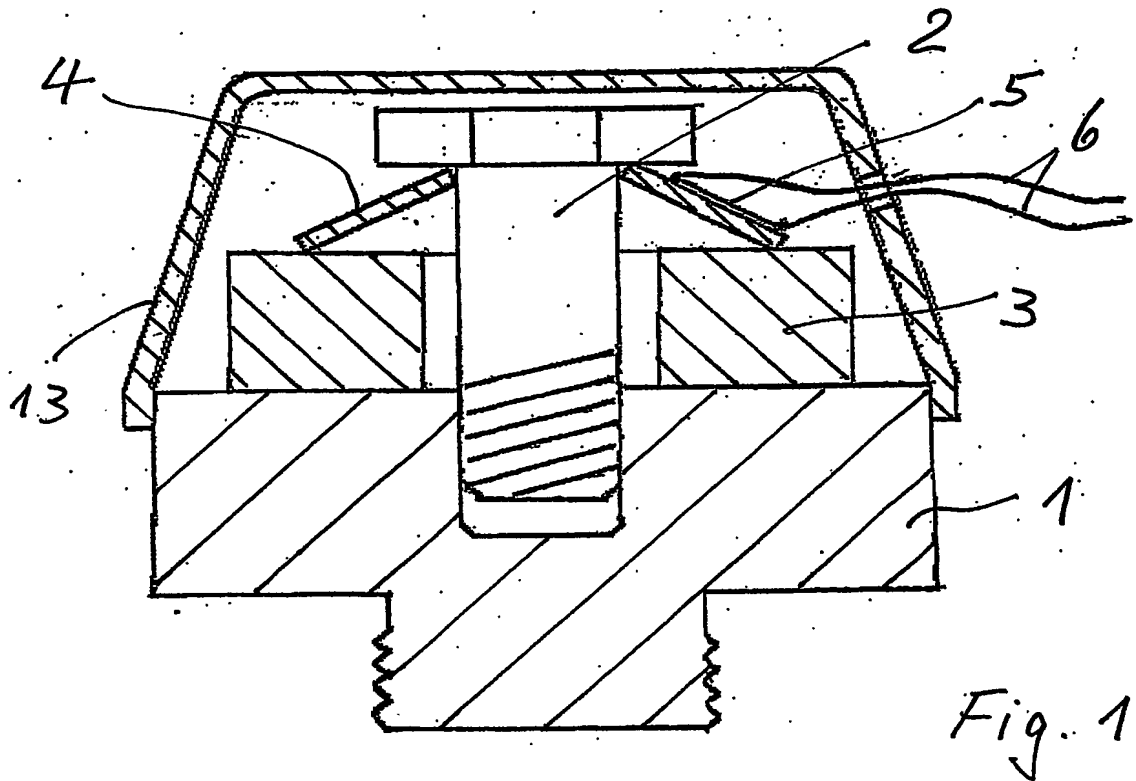
dass die seismische Masse (3, 3') in mindestens eine Tellerfeder (4, 4') integriert ist.

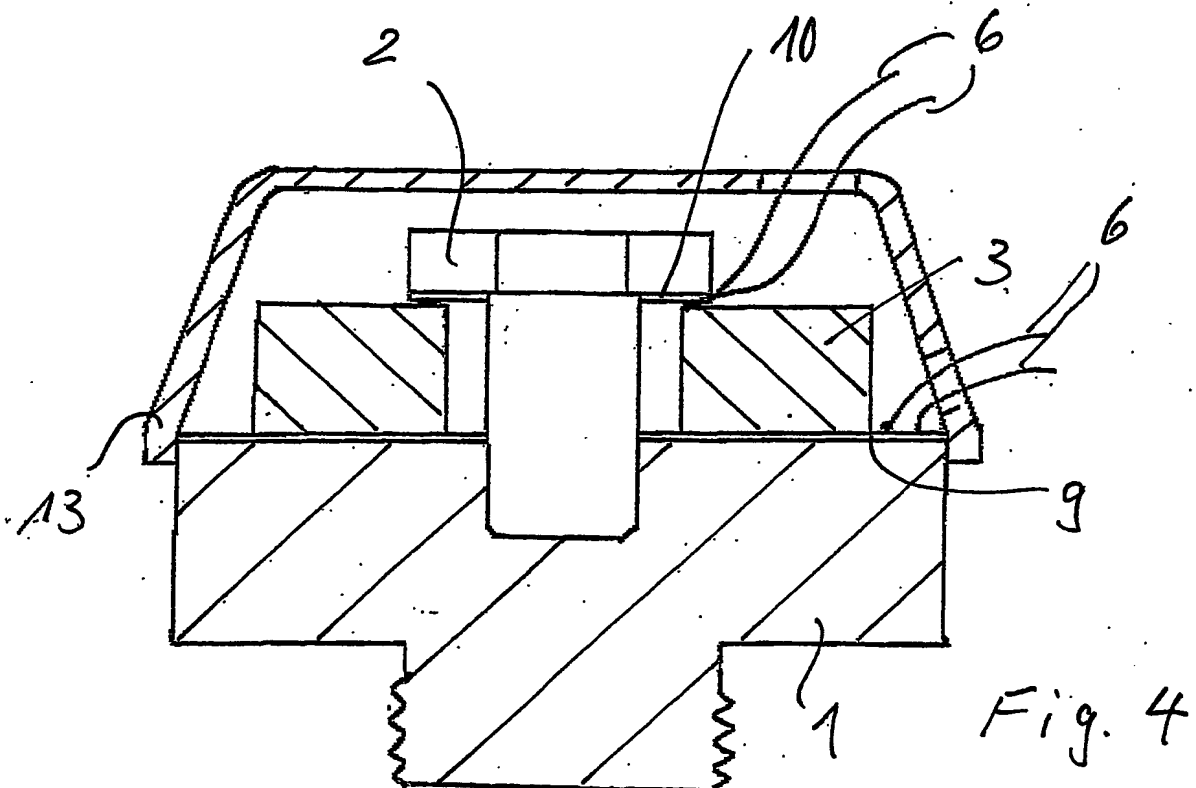
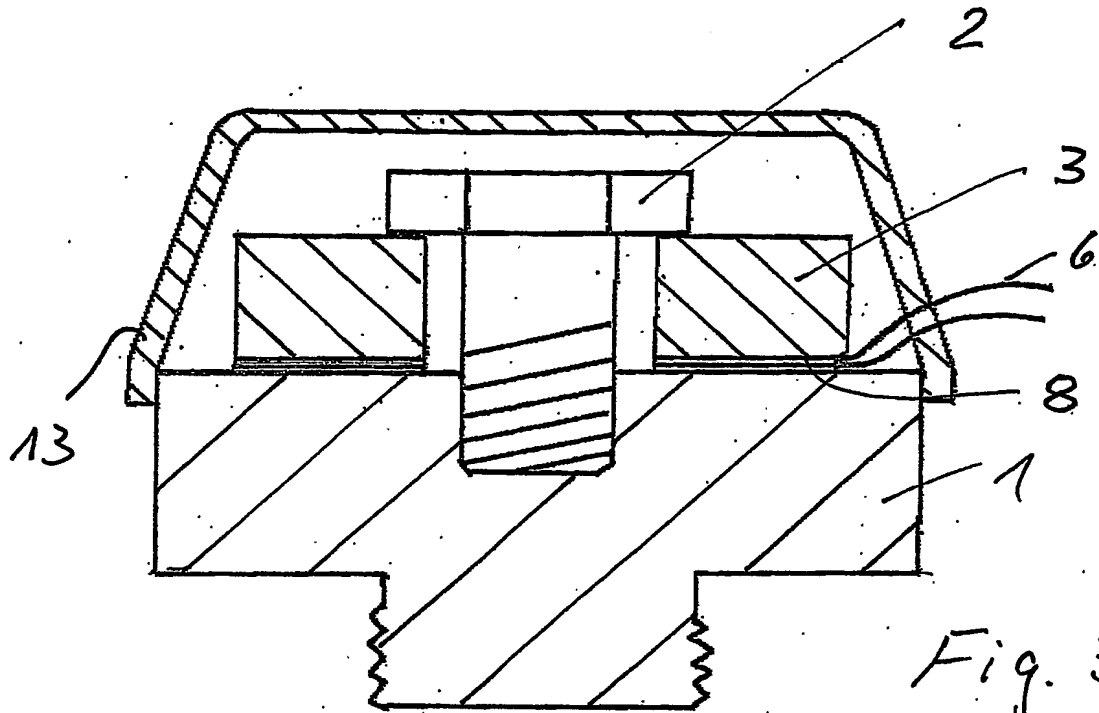
7. Klopfsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass dieser mit Mitteln für einen telemetrischen Signalabgriff versehen ist.

* * * * *





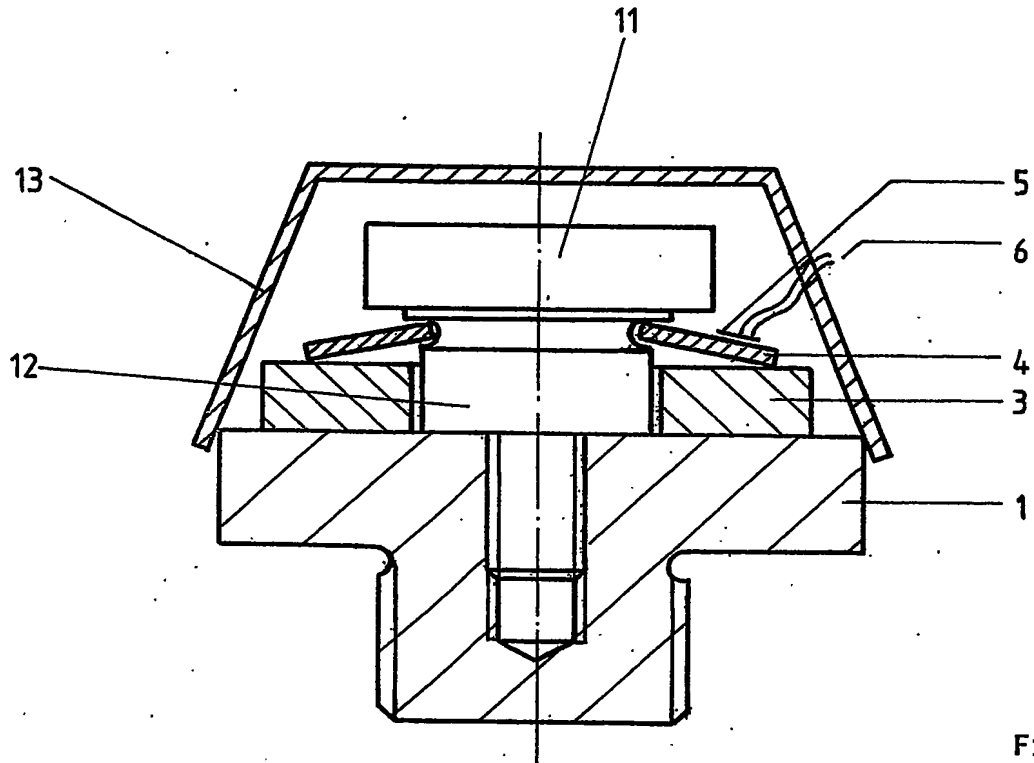


Fig. 5

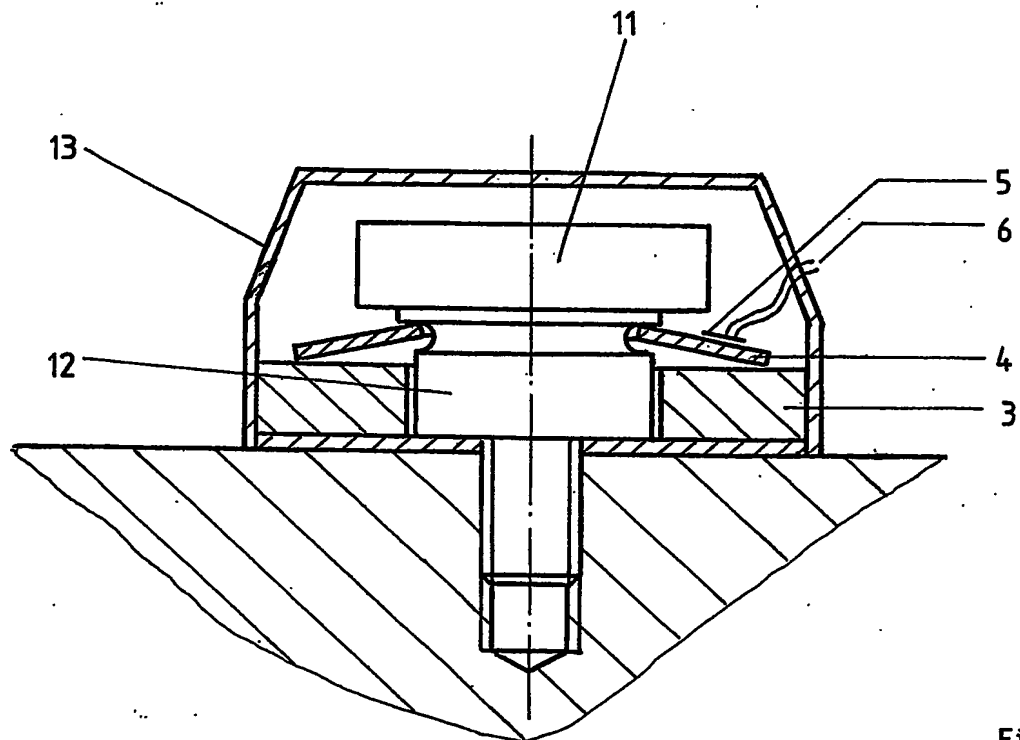


Fig. 6

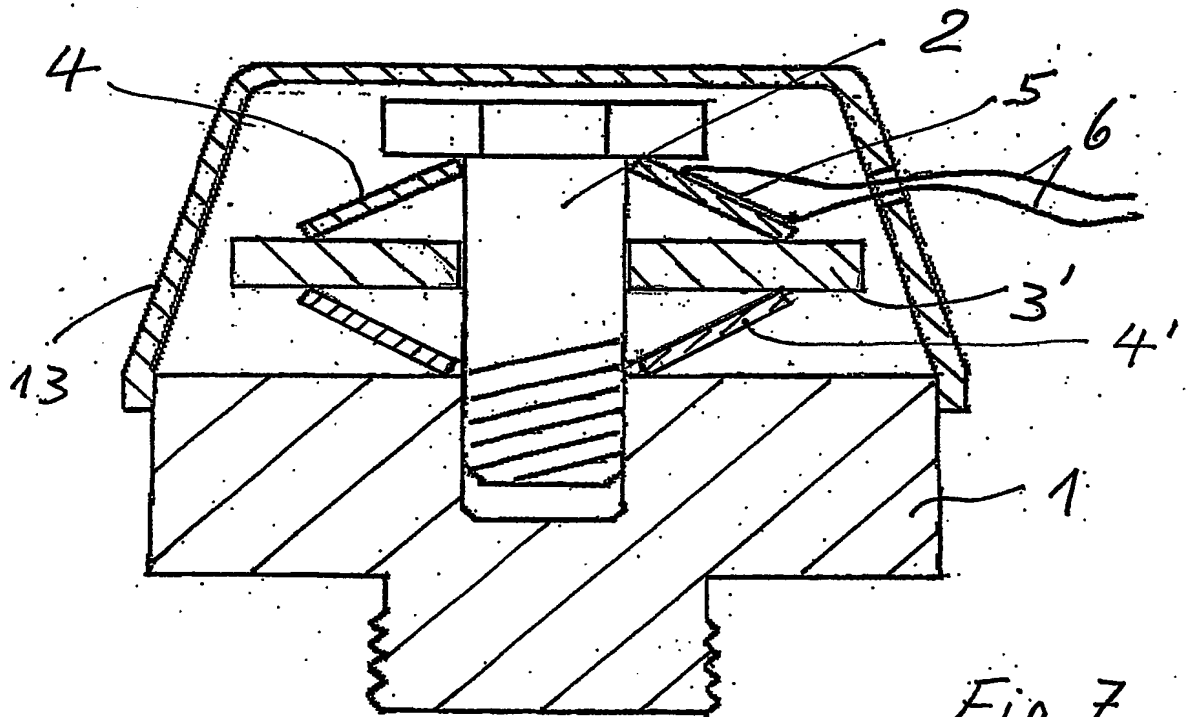


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/01895

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01L23/22 G01L1/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01L F02P F02B F02M G01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 448 059 A (TAKEUCHI MASA HARU ET AL) 15 May 1984 (1984-05-15) column 4, line 10 - line 35 column 5, line 15 - column 8, line 29 column 12, line 18 - line 26 figures 4, 10	1, 2
A	---	3-7
Y	DE 199 54 164 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 13 June 2001 (2001-06-13) column 1, line 3 - column 4, line 5 column 8, line 29 - line 64	1, 2
A	---	
A	US 4 463 610 A (ANDERSON III PHILIP M ET AL) 7 August 1984 (1984-08-07) the whole document	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 September 2003

Date of mailing of the international search report

16/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coda, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/01895

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4448059	A	15-05-1984	JP 1494575 C	20-04-1989
			JP 57165721 A	12-10-1982
			JP 63045525 B	09-09-1988
<hr/>				
DE 19954164	A	13-06-2001	WO 02054031 A1	11-07-2002
			DE 19954164 A1	13-06-2001
			US 2003089177 A1	15-05-2003
<hr/>				
US 4463610	A	07-08-1984	CA 1186389 A1	30-04-1985
			EP 0086973 A2	31-08-1983
			JP 58143223 A	25-08-1983
			US 4479389 A	30-10-1984
<hr/>				

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/01895

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01L23/22 G01L1/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01L F02P F02B F02M G01H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 448 059 A (TAKEUCHI MASA HARU ET AL) 15. Mai 1984 (1984-05-15) Spalte 4, Zeile 10 - Zeile 35 Spalte 5, Zeile 15 - Spalte 8, Zeile 29 Spalte 12, Zeile 18 - Zeile 26 Abbildungen 4,10	1,2
A	---	3-7
Y	DE 199 54 164 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 13. Juni 2001 (2001-06-13) Spalte 1, Zeile 3 - Spalte 4, Zeile 5 Spalte 8, Zeile 29 - Zeile 64	1,2
A	---	
A	US 4 463 610 A (ANDERSON III PHILIP M ET AL) 7. August 1984 (1984-08-07) das ganze Dokument	1-7

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. September 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/09/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Coda, R

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/01895

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4448059	A	15-05-1984	JP	1494575 C	20-04-1989
			JP	57165721 A	12-10-1982
			JP	63045525 B	09-09-1988
DE 19954164	A	13-06-2001	WO	02054031 A1	11-07-2002
			DE	19954164 A1	13-06-2001
			US	2003089177 A1	15-05-2003
US 4463610	A	07-08-1984	CA	1186389 A1	30-04-1985
			EP	0086973 A2	31-08-1983
			JP	58143223 A	25-08-1983
			US	4479389 A	30-10-1984